

## ⑫ 特許公報(B2)

昭61-51291

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>G 02 B 15/16  
13/04  
15/20

識別記号

庁内整理番号

7448-2H  
8106-2H  
7448-2H

⑭ 公告 昭和61年(1986)11月8日

発明の数 1 (全10頁)

⑮ 発明の名称 コンパクトな高変倍ズームレンズ

⑯ 特 願 昭56-37915

⑰ 公 開 昭57-154205

⑱ 出 願 昭56(1981)3月18日

⑲ 昭57(1982)9月24日

⑳ 発 明 者 石 山 唱 蔵 八王子市石川町2970番地 小西六写真工業株式会社内

㉑ 出 願 人 小西六写真工業株式会 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号  
社

㉒ 代 理 人 弁理士 佐藤 文男 外1名

審 査 官 森 正 幸

㉓ 参 考 文 献 特公 昭39-29046 (JP, B1) 特公 昭40-9104 (JP, B1)

特公 昭42-5069 (JP, B1) 特公 昭46-19818 (JP, B1)

1

2

## ㉔ 特許請求の範囲

1 物体側から順に、正の焦点距離を持つ第1レンズ成分、負の焦点距離を持つ第2レンズ成分、正の焦点距離を持つ第3レンズ成分、負の焦点距離をもつ第4レンズ成分、そして正の焦点距離を持つ第5レンズ成分からなり、

(1) ズーミングの全領域で第1レンズ成分と第2レンズ成分の部分系は負の合成焦点距離を、第3レンズ成分から第5レンズ成分までの部分系は正の合成焦点距離を持ち、

(2) 第1レンズ成分、第3レンズ成分、第5レンズ成分の3レンズ成分を1体として移動し、第2レンズ成分と第4レンズ成分のうち少なくとも1つのレンズ成分が、上記第1、第3、第5レンズ成分の移動とは独立に移動し、

(3) 広角端から望遠端へとズーミングするとき、第1レンズ成分と第2レンズ成分との間隔および第3レンズ成分と第4レンズ成分との間隔は増加し、第2レンズ成分と第3レンズ成分との間隔および第4レンズ成分と第5レンズ成分との間隔は減少するように各レンズ成分が移動する

ことを特徴とするコンパクトな高変倍ズームレンズ。

## 発明の詳細な説明

この発明は広角から望遠までを含む、新しいレ

ンズ移動型式によるコンパクトなズームレンズに関する。

従来から広角から望遠までを含むズームレンズとしては以下のような数種の型式のものが知られている。

(1) 4つのレンズ成分で構成される旧型のいわゆる機械補正型ズームレンズ

(2) 正・負・正・正のパワーを持つ4つの可動レンズ成分で構成される、上記(1)のズームレンズの第1レンズ成分と第4レンズ成分を移動するようにしたとみられる型式のズームレンズ

(3) 正・負・正のパワーを持つ3つの可動レンズ成分で構成されるズームレンズ

(4) 負のパワーを持つレンズ成分が先行する広角型のズームレンズ

(5) 正・負・正・負・正のパワーを持つ5つの可動レンズ成分で構成されるズームレンズ

これらの各型式は、それぞれ一長一短があるが、この発明が目的とするような広角端では画面の対角線より短い焦点距離を持ち、望遠端では画面の対角線の2倍より長い焦点距離を持つズームレンズを得ようとする場合には、

(1)の型式のズームレンズでは前玉径が大きくなり、レンズ系が全体として大きくなる。

(2)の型式のズームレンズは、(1)の型式のものに比べてレンズ系をコンパクトにし易いが、レンズ

3

系の構成が正、負、正、正と非対称になっており、歪曲収差やコマ収差の補正が難かしい。

(3)の型式のズームレンズは、簡単な構成をしているため、ズーム比を大きくするためにはレンズ系を大きくするか、個々のレンズ成分のパワーを強くしなければならず、コンパクト化のためパワーを強くすると収差補正が困難になる。

(4)の型式のズームレンズは、基本的にレトロフォーカスタイプの構成を持ち、望遠側での球面収差の補正が困難である。

(5)の型式のズームレンズは、レンズ系の構成が対称であり、変倍に寄与するレンズ成分も多いので、コンパクトなままで大きいズーム比を得るのに適している。しかし、5つのレンズ成分が独立に移動するため、鏡枠構造が複雑になることを免れることが出来なかつた。

この発明は、上記のような欠点を持たず、コンパクトで簡単な鏡枠構造を持つズーム比の大きいズームレンズを提供しようとするものである。

すなわち、上記のズームレンズの諸型式のうち、(5)のズームレンズがコンパクトな高変倍比のズームレンズの構成に最も適しているので、唯一の欠点である鏡枠構造の複雑さを、5つのレンズ成分のなかの幾つかのレンズ成分を一体として移動させるように改良することによって解消したものである。

具体的には、物体側から順に、正の焦点距離を持つ第1レンズ成分、負の焦点距離を持つ第2レンズ成分、正の焦点距離を持つ第3レンズ成分、負の焦点距離を持つ第4レンズ成分そして正の焦点距離を持つ第5レンズ成分からなり、①ズームの全領域で第1レンズ成分と第2レンズ成分の部分系は合成焦点距離を持ち第3レンズ成分から第5レンズ成分までの部分系は正の合成焦点距離を持ち、②第1レンズ成分、第3レンズ成分、第5レンズ成分の3レンズ成分を1体として移動し、1体として移動し、第2レンズ成分と第4レンズ成分のうち、少なくとも1つのレンズ成分が上記第1、第3、第5レンズ成分の移動とは独立に移動し、③広角端から望遠端へとズームするとき、第1レンズ成分と第2レンズ成分との間隔および第3レンズ成分と第4レンズ成分との間隔は増加し、第2レンズ成分と第3レンズ成分との間隔および第4レンズ成分と第5レンズ成分と

4

の間隔は減少するように各レンズ成分が移動するようにズームレンズを構成する。

上記の構成のうち、①の構成は広角端の焦点距離を画角の対角線より短かくとることに対応するものである。このような場合、広角端ではレトロフォーカスタイプのレンズ配置となつていることが収差補正上望ましい。従つてこの発明では第1レンズ成分と第2レンズ成分の部分系には負の合成焦点距離を、第3レンズ成分から第5レンズ成分までの部分系には正の合成焦点距離を与えて、レトロフォーカスタイプの配置にしている。この2つの部分系の焦点距離の符号は、ズームの全領域で同符号でないとレンズ成分の移動に不連続が発生し、ズームレンズではなくつてしまうので、2つの部分系の合成焦点距離の符号は、望遠側でも広角側と同じにしてある。

②の構成は、これによつて鏡枠の構造を簡単にしていることは上述の通りである。

①の構成により、広角側ではレトロフォーカスタイプの配置をとるにもかかわらず、望遠側ではテレフォトタイプの配置となることが収差補正上も望ましい。そのためには、③のように第1レンズ成分と第2レンズ成分との間隔は、広角端で最も小さく、望遠端で最も大きくなり、逆に第2レンズ成分と第3レンズ成分との間隔は広角端で最も大きく、望遠端で最も小さくしなければならない。

また、第3レンズ成分から第5レンズ成分までの部分系のズーム比への寄与を大とするためには、この部分系の主平面が広角側で出来るだけ像側にあり、望遠側で出来るだけ物体側にあることが望ましい。これは、第3レンズ成分から第5レンズ成分までの部分系に、広角側でレトロフォーカスタイプ、望遠側でテレフォトタイプの配置をとらせることで実現出来る。このためには、第3レンズ成分と第4レンズ成分との間隔は広角側で最も小さく、望遠側で最も大きくなり、逆に第4レンズ成分と第5レンズ成分との間隔は広角端で最も大きく、望遠端で最も小さくなる。レンズ成分の移動を滑らかにするために、各レンズ成分の間隔には連続的に増加し減少しなければならないことは云うまでもない。

上記のように構成されたこの発明のズームレンズは、5つのレンズ成分で構成されながら、鏡枠

構造上は3つのレンズ成分で構成されたと同様のものを得ることが出来る。さらに、3つの移動成分のうち1つを固定すれば、鏡枠構造は更に簡単となり、5つの移動レンズ成分で構成されながら、鏡枠構造は2つのレンズ成分で構成されていることを見ることが出来る。

上記のような基本的構成を持つズームレンズは、以下の条件を満たすことが望ましい。

$$0.6f_w < t_{1.2} + t_{2.3} < 1.0f_w \quad \cdots(1)$$

$$0.2f_w < t_{3.4} + t_{4.5} < 0.5f_w \quad \cdots(2)$$

$$0.75f_T < f_1 < 1.2f_T \quad \cdots(3)$$

$$0.5f_w < |f_2| < 1.0f_w \quad \cdots(4)$$

$$0.6f_w < f_3 < 1.0f_w \quad \cdots(5)$$

$$0.5f_w < |f_4| < 1.0f_w \quad \cdots(6)$$

$$0.9f_w < f_5 < 1.5f_w \quad \cdots(7)$$

$$0.9f_w < |f_{1.2w}| < 1.5f_w \quad \cdots(8)$$

$$0.8\sqrt{v} < f_{1.2T}/f_{1.2w} < 1.2\sqrt{v} \quad \cdots(9)$$

但し

$f_w$ : 全系の広角端の焦点距離

$f_T$ : 全系の望遠端の焦点距離

$f_i$ : 物体側から第  $i$  番目のレンズ成分の焦点距離

$f_{1.2w}$ : 第1、第2レンズ成分からなる部分系の広角端での焦点距離

$f_{1.2T}$ : 同部分系の望遠端での焦点距離

$v$ : ズーム比  $f_T/f_w$

$t_i, i+1$ : 第  $i$  レンズ成分と第  $i+1$  レンズ成分との間隔

上記の各条件のうち条件(1)(2)はレンズ成分間隔を規定するものである。この発明では第1、第3、第5レンズ成分は一体として移動するのでズーム中  $t_{1.2} + t_{2.3}$  と  $t_{3.4} + t_{4.5}$  は一定のままに保たれる。

条件(1)が下限を越えると望遠側で球面収差が補正不足になる。これは、第3レンズ成分に入射する軸上の周辺光束が、望遠側で高い位置を通ることにより原因する。逆に上限を越えるとレンズ系が大型化するとともに広角側で大きなアンダーの歪曲収差が発生する。

条件(2)が下限を越えると、第3レンズ成分から第5レンズ成分までの部分系の変倍への寄与が少なくなり、ズーム比を第1レンズ成分と第2レンズ成分の部分系が負担する割合が過大となり、各焦点距離の差を補正することが困難になる。逆に上限より大となるとレンズ系が大型化するとともに、

広角側で大きいアンダーな歪曲収差が発生する。

条件(3)ないし(7)は各レンズ成分の屈折力を限定するもので、 $f_1$ が条件(3)の下限値より小となると望遠側で大きいアンダーな高次球面収差が発生する。逆に上限値より大となれば、レンズ系が大型化するとともに、望遠側で大きいオーバーな歪曲収差が発生する。

条件(4)の下限値により  $|f_2|$  が小となれば、広角側で大きいアンダーな歪曲収差が発生し、逆に上限値より大となればレンズ系が大型化するとともに、広角側の球面収差と望遠側の球面収差に大きな差が生ずる。

条件(5)の下限値より  $f_3$  が小となれば、非対称なコマ収差が大きく発生すると共に、広角側で大きいアンダーな歪曲収差が発生する。逆に上限値より大となると、レンズ系が大型化すると共に、広角側で大きいオーバーな球面収差が発生する。

条件(6)(7)の下限値より  $|f_4|, f_5$  が小となると、 $f_3$ が条件(5)の下限値より小となつた場合と同じ収差補正の悪化が生じる。逆に上限値より大となれば、レンズ系が大型化するとともに、望遠側で大きいオーバーな歪曲収差が発生する。

条件(8)は第1レンズ成分と第2レンズ成分からなるレンズ系の広角端での合成焦点距離の大きさを限定し、これが条件(8)の下限値より小となると、 $f_1$ が小になるか  $|f_2|$  が大となる。逆に上限値より大となると  $f_1$  が大となるか  $|f_2|$  が小となり、条件(3)(4)で説明したと同じ不都合が生じる。また、 $|f_{1.2w}|$  が条件(8)の下限値より小となれば、広角側での  $t_{2.3}$  が小となり、 $t_{1.2} + t_{2.3}$  が小さくなりすぎてしまう。逆に上限より大となれば、広角側での  $t_{2.3}$  が大きくなり、 $t_{1.2} + t_{2.3}$  が大きくなりすぎてしまう。

条件(9)は第1レンズ成分と第2レンズ成分からなる部分系のズーム比への寄与を制限している。 $f_{1.2T}/f_{1.2w}$  が条件(9)の下限値より小さくなると望遠側で大きいアンダーな高次球面収差が発生する。逆に上限値により大となると、レンズ系が大型化するとともに、広角側と望遠側との歪曲収差が大となる。

上記の条件を満たすズームレンズは具体的には、第1レンズ成分は少なくとも1個の正レンズ群からなり、1個の正レンズ群は正の単レンズと負の

単レンズからなるダブルットであり、第2レンズ成分は2個の負レンズ群と1個の正レンズ群とからなり、物側の第1レンズ群は強い凹面を像側に向けている負の単レンズであり、第3レンズ成分は少なくとも2個の正レンズ群からなり、その1個の正レンズ群は正の単レンズと負の単レンズからなるダブルットであり、第4レンズ成分は少なくとも2個の負レンズ群からなり、1個の負レンズ群は正の単レンズと負の単レンズからなるダブルットであり、第5レンズ成分は少なくとも2個の正レンズ群からなり、少なくとも1個の正レンズ群は正の単レンズと負の単レンズからなるダブルットであり、

$$0.5f_w < R_{2,2} < 0.8f_w \quad \cdots \cdots (10)$$

$$1.7 < N_{P2} \quad \cdots \cdots (11)$$

$$1.7 < N_{N2} \quad \cdots \cdots (12)$$

$$40 < \nu_{N2} \quad \cdots \cdots (13)$$

$$50 < \nu_{P3} \quad \cdots \cdots (14)$$

$$40 < \nu_{N4} \quad \cdots \cdots (15)$$

の条件を満たすズームレンズとして構成される。但し

$R_{2,2}$ : 第2レンズ成分第1群レンズの像側の曲率半径

$N_{Pi}$ : 第*i*レンズ成分の正レンズの屈折率の平均値

$N_{Ni}$ : 第*i*レンズ成分の負レンズの屈折率の平均値

$\nu_{Pi}$ : 第*i*レンズ成分の正レンズのアッベ数の平均値

$\nu_{Ni}$ : 第*i*レンズ成分の負レンズのアッベ数の平均値

#### 実施例1

$$f = 35.999 \sim 103.015 \quad F \text{ ナンバー } 3.5 \sim 4.5$$

$$\text{画角 } 2\omega = 22^\circ 22' \sim 64^\circ 16'$$

面No.		R	D	n	$\nu$
1	第1レンズ成分	669.108	2.00	1.80518	25.4
2		95.689	6.50	1.62299	58.2
3		-175.099	0.20		
4		63.780	5.00	1.62299	58.2
5		388.022	*t1.2		

条件(10)は望遠側の球面収差及び広角側の歪曲収差、像面湾曲の補正に必要な条件である。下限値を越えると広角側で大きいアンダーな歪曲収差と大きいオーバーな像面湾曲が発生する。逆に上限値を越えると広角側で大きいアンダーな像面湾曲が発生し、望遠側で大きいアンダーな球面収差が発生する。

条件(11)は望遠側での球面収差の補正に必要な条件である。下限を越えると第2レンズ成分において球面収差に対してアンダーに働く正レンズの曲率が強くなり、望遠側で大きいアンダーな高次の球面収差が発生する。

条件(12)は全系のベツパール和を適正な値に保つとともに、広角側での球面収差と歪曲収差を補正するために必要な条件である。下限値より小となると、第2レンズ成分において負レンズの曲率が強くなり、全系のベツパール和が小さくなりすぎ、広角側でのサジタル像面の湾曲が大きくなり、さらに、大きいオーバーな高次球面収差と大きいアンダーな歪曲収差が発生する。

条件(13)(14)(15)は全レンズ系の色収差を補正するために必要な条件である。第2レンズ成分、第3レンズ成分そして第4レンズ成分はパワーが強いので、個々のレンズ成分の色収差が補正されていないと全系の色収差を補正することは難しい。各条件とも、下限を越えるとそれぞれのレンズ成分の色収差が補正出来なくなる。

次に、上述の条件を総て満たすことの発明の実施例を示し、第2実施例は第4レンズ成分を固定した例である。

面No.		R	D	n	$\nu$
6	第2レンズ成分	-323.535	1.20	1.77250	49.6
7		24.415	8.37		
8		-81.370	3.00	1.80518	25.4
9		-27.497	1.00	1.77250	49.6
10		516.400	0.35		
11	第3レンズ成分	33.428	3.00	1.80518	25.4
12		41.147	*t2.3		
13		95.165	5.00	1.62299	58.2
14		-19.864	1.00	1.80518	25.4
15		-33.924	0.65		
16	第4レンズ成分	24.217	3.81	1.62299	58.2
17		55.063	*t3.4		
18		138.811	5.00	1.71736	29.5
19		-18.648	1.00	1.71300	53.8
20		39.238	1.80		
21	第5レンズ成分	-28.760	1.00	1.71300	53.8
22		$\infty$	*t4.5		
23		-92.760	4.29	1.71300	53.8
24		-16.115	1.00	1.80518	25.4
25		-26.505	0.05		
26		-50.715	-1.00	1.80610	40.9
27		26.238	5.99	1.58913	61.0
28		-38.981	0.05		
29		51.561	4.39	1.62299	58.2
30		-308.878			

焦点距離	バックフォーカス	Fナンバー	t1.2	t2.3	t3.4	t4.5
35.999	56.089	3.5	1.500	25.500	3.440	6.860
60.008	64.675	4.0	14.270	12.730	5.050	5.250
103.015	76.267	4.5	25.540	1.460	6.570	3.730

$$t_{1.2} + t_{2.3} = 27.000 \quad t_{3.4} + t_{4.5} = 10.300$$

$$f_1 = 90.114 \quad f_2 = -24.184 \quad f_3 = 27.773 \quad f_4 = -26.813 \quad f_5 = 42.558$$

$$f_{1.2}w = -37.038 \quad f_{1.2}T = -62.622 \quad v = 2.862 \quad \sqrt{v} = 1.692$$

$$f_{1.2}T / f_{1.2}w = 1.691 = 1.001 \sqrt{v}$$

実施例1のレンズ断面図は、第1図に、収差曲40線図を、第3図に示す。

## 実施例2

 $f=36.052\sim103.022$  Fナンバー3.5~4.0画角 $2\omega=22^\circ 37' \sim 64^\circ 1'$ 

面No.		R	D	n	$\nu$
1	第1レンズ成分	82.047	2.00	1.80518	25.4
2		48.782	7.50	1.62299	58.2
3		425.473	0.20		
4		76.024	4.50	1.62299	58.2
5		200.831	*t1.2		
6	第2レンズ成分	211.625	1.20	1.77250	49.6
7		23.173	6.55		
8		-89.009	2.80	1.80518	25.4
9		-47.513	1.20	1.77250	49.6
10		146.007	0.20		
11	第3レンズ成分	39.898	3.00	1.80518	25.4
12		69.463	*t2.3		
13		72.275	3.80	1.62299	58.2
14		-35.507	1.00	1.80518	25.4
15		-51.467	0.20		
16	第4レンズ成分	30.465	3.50	1.62299	58.2
17		96.476	*t3.4		
18		125.373	3.00	1.71736	29.5
19		-30.425	1.20	1.71300	53.8
20		55.726	1.50		
21	第5レンズ成分	-32.163	1.00	1.71300	53.8
22		112.699	*t4.5		
23		-65.289	5.50	1.71300	53.8
24		-15.455	1.00	1.80518	25.4
25		-25.919	0.20		
26		-197.048	1.00	1.80610	40.9
27		27.509	7.50	1.62299	58.2
28		-53.385	0.20		
29		43.978	7.00	1.62299	58.2
30		98.681			

焦点距離	バックフォーカス	Fナンバー	$t_{1.2}$	$t_{2.3}$	$t_{3.4}$	$t_{4.5}$
36.052	55.008	3.5	2.000	29.250	1.990	9.010
57.517	58.018	3.8	14.715	16.534	5.000	6.000
103.022	62.018	4.0	28.254	2.996	9.000	2.000

$$t_{1.2} + t_{2.3} = 31.250 \quad t_{3.4} + t_{4.5} = 11.000$$

13

14

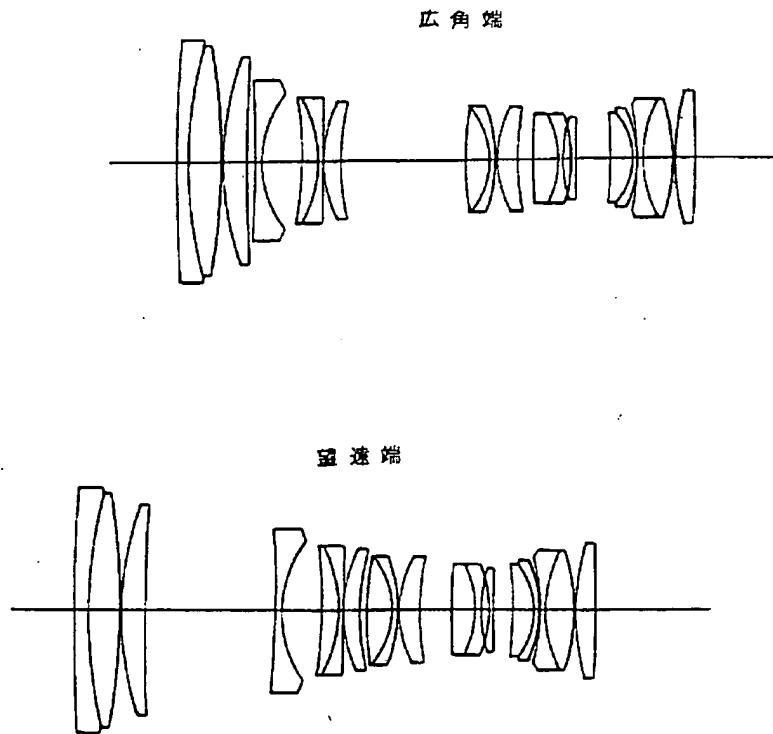
$$\begin{aligned}
 f_1 &= 102.995 & f_2 &= -28.086 & f_3 &= 30.249 & f_4 &= -28.378 & f_5 &= 40.260 \\
 f_{1.2}w &= -45.690 & f_{1.2}T &= -78.049 & v &= 2.858 & \sqrt{v} &= 1.690 \\
 f_{1.2}T/f_{1.2}w &= 1.708 = 1.011 \sqrt{v}
 \end{aligned}$$

実施例2のレンズ断面図を、第2図に、収差曲線5 1実施例、第2実施例の構成を示す断面図、第3線図を、第4図に示す。この実施例において、バックフォーカスと、 $t_{4.5}$ の和が、64.018であり、球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差曲線図である。

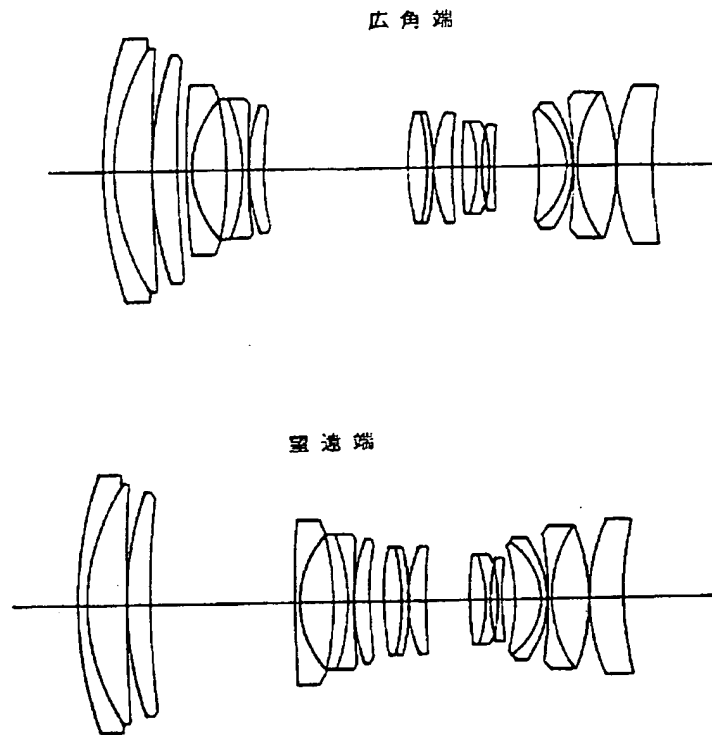
図面の簡単な説明

第1図、第2図はこの発明のズームレンズの第10

第1図

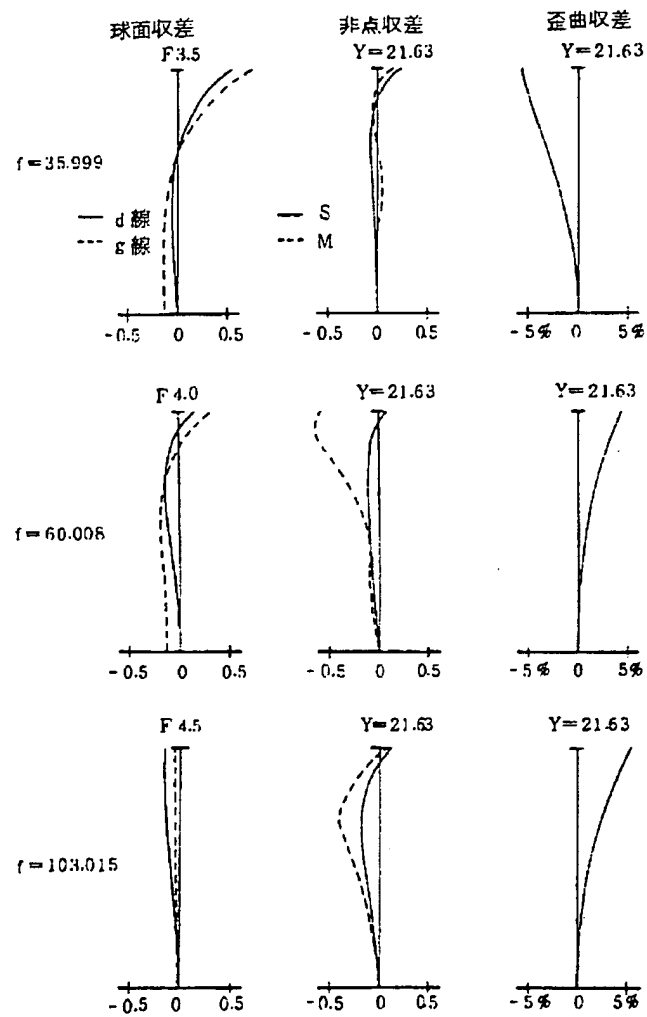


第 2 図





第3図



第 4 图

